

tierra

maestro

RESCATANDO EL AGUA DESDE EL TECHO

Los estudiantes leen el reportaje de noticias *EHP* “Pavimentando el Paraíso: El peligro de las superficies impermeables”, e identifican los problemas con las superficies pavimentadas y sus correspondientes problemas de salud. Calculan el volumen de agua que puede recogerse en el tejado de la escuela y discuten las formas de reutilizar el agua.

AUTORES

Stefani Hines, Universidad de Nuevo México

REVISORES

Susan M. Booker, Banalata Sen, y Kimberly Thigpen Tart, *EHP*

Liam O’Fallon, NIEHS

Dean Hines, Instituto de Ciencia Espacial, Nuevo México

Lisa Pitman y Wendy Stephan, Universidad de Miami

TRADUCTOR

Gloria Cristina Enriquez Cortina, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Mexico

DOI NUMBER

10.1289/ehp.scied005

Rescatando el agua desde el techo

Resumen: Los estudiantes leerán el artículo “Pavimentación del Paraíso: El riesgo de las superficies impermeables”, identificarán los problemas de las superficies pavimentadas, y calcularán el volumen de agua que podría ser captada en el techo de su escuela.

Artículo EHP : “Pavimentación del Paraíso: El riesgo de las superficies impermeables”
<http://ehponline.org/article/info:doi/10.1289/ehp.113-a456>

Objetivos: Al finalizar la lección, los estudiantes serán capaces de:

1. Identificar los temas de salud ambiental relacionados con las superficies pavimentadas;
2. calcular el área de la superficie del techo;
3. realizar conversión de unidades entre pulgadas, centímetros y metros y entre metros cúbicos y galones; y
4. calcular el volumen del agua.

Tiempo de clase: Solamente la Parte 1: 45–50 minutos; Parte 1 y 2: 2 horas

Nivel del grado: 9–12

Temas Abordados : Ciencias Generales, Ciencia Ambiental, Matemáticas, Geometría, Salud

► Preparando la lección (20–25 minutos)

INSTRUCCIONES:

1. Descargar el artículo “Pavimentación del Paraíso: El riesgo de las superficies impermeables” de <http://ehponline.org/article/info:doi/10.1289/ehp.113-a456>.
2. Sacar copias de las instrucciones para Estudiantes.
3. Revisar el artículo, la clase, y las instrucciones para Estudiantes.
4. Decidir si quieres que los estudiantes realicen las dos partes de la clase.
5. Si los estudiantes realizan la Parte 2, reunir los materiales necesarios.
6. Dependiendo del diseño de tu escuela y el nivel d los estudiantes, preparar conceptos de geometría según sean necesarios para asistirlos al hacer los cálculos del área del techo y el volumen de lluvia captada por el techo.

MATERIALES (por estudiante):

- 1 copia del artículo “Pavimentación del Paraíso: El riesgo de las superficies impermeables”
- 1 copia de las instrucciones para Estudiantes y de la hoja de datos sobre el Rescate del Agua si los estudiantes realizarán la Parte 2 de la clase
- Calculadora

MATERIALES (por grupo):

- Cinta para medir (larga) con unidades en metros por cada equipo

VOCABULARY:

- acuífero
- área
- asfalto
- techo convertido en jardín
- Isla de Calor Urbano
- impermeable
- perímetro
- poros
- volumen



ANTECEDENTES:

El artículo brinda suficiente información para completar la Parte 1 de la clase. La información sobre los efectos de la salud que los estudiantes den en sus respuestas puede ser general (ej. un químico es carcinogénico o tóxico) o de inferencia (ej. el calor puede causar choque térmico o las inundaciones pueden causar muertes o accidentes automovilísticos), ya que el artículo da pocos ejemplos específicos acerca los efectos sobre la salud.

Parte 2 de la clase requiere que los estudiantes midan el perímetro de un edificio de la escuela en particular para ser estudiado, calcular el área del techo y después calcular el volumen de agua que cae en el techo.

Si la forma del edificio escolar es cuadrada o rectangular, entonces la mayoría de los estudiantes podrán hacer los cálculos para estimar el volumen del agua. Si el edificio tiene una forma compleja o inusual, quizá será mejor asignar a los estudiantes menos avanzados los edificios en forma de cuadrado o rectángulo y a los más avanzados o aquellos que estén tomando clases de geometría, los cálculos de área de las formas más complejas usando sus mediciones de perímetros.

Las fórmulas para calcular el área de algunas figuras geométricas son:

Cuadrado o Rectángulo: largo (L) por ancho (w) = $l \times w$

Triángulo: $1/2$ base (b) x altura (h) = $1/2bh$

Círculo: π x radio al cuadrado = πr^2

Trapezoide: $1/2$ [lado corto (a) + lado largo (b)] altura (h) = $1/2(a+b)h$

Elipse: π [radio corto(a) x radio largo (b)] = πab

Sector: $1/2 r^2(\text{ángulo en radianes}) = 1/2 r^2\theta$

Se les pedirá también a los estudiantes hacer conversiones de unidades. Un sitio de internet para conversión de unidades es incluido en la sección de fuentes de Información para asistirte. Cuando los estudiantes realicen sus cálculos deberán mostrar todos los pasos de la solución de manera clara, incluyendo la cancelación de unidades. Deberán por lo tanto tener las unidades correctas al final de sus cálculos. Los estudiantes de todos los niveles deberán hacer esto, ya que demuestra que entiendes los cálculos y más importante, los prepara para cálculos más complejos y conversión de unidades en materias como física y química.

RESOURCES:

Perspectivas de Salud Ambiental, Noticias tema por página. Escoger Contaminación del Agua, Construcción del Medio Ambiente, <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/browsenews.action>

Las Matemáticas son Divertidas, Áreas de figuras planas, <http://www.mathsisfun.com/area.html>

Conversiones en línea, <http://www.onlineconversion.com/>

Sociedad Captadora de Agua, <http://www.harvesth2o.com>

Ordenamiento y Limpieza del Agua, UNC Superfondo para los Programas de Investigación Básica, http://www.ie.unc.edu/erp/resources/Water_Muddle_Up_and_Clean_Up_Lesson.pdf

► Llevando a cabo la práctica**INSTRUCCIONES:**

1. Sacar una copia de las instrucciones para Estudiantes y una copia del artículo "Pavimentación del Paraíso: El riesgo de las superficies impermeables"
2. Instruye a los estudiantes sobre la lectura del artículo y resuelve las preguntas de la Parte 1 de las instrucciones para Estudiantes.
3. Si los estudiantes realizarán la Parte 2 de la clase, debes de informarles que van a medir el perímetro exterior del edificio y que esas medidas serán usadas para calcular el área del techo y el volumen de agua que se puede recaudar durante un chubasco.
4. Revisar conceptos de geometría básica según sea necesario e instruye a los estudiantes acerca de cómo y dónde se medirá la escuela (ej. sólo el edificio principal, la escuela completa, partes rectangulares o cuadradas, etc.). Si la escuela consta de varios edificios, asignarlos por equipo.
5. Dividir a los estudiantes por equipos y proporcionar la cinta métrica y una hoja de datos. Recordarles que deben tomar los datos de las mediciones en metros.



6. Una vez que los estudiantes han realizado las mediciones, guiarlos para que cada uno haga sus cálculos de forma independiente. Cada estudiante deberá realizar su propio trabajo. Recordarles que deben de mostrar los pasos de los cálculos realizados y las unidades.
7. Una vez que los estudiantes han calculado el número de galones de agua que se colectados del techo, discutir los posibles usos o aplicaciones del agua colectada (ej., agua para regar céspedes o jardines). Se pueden discutir algunas limitaciones del uso de contenedores de lluvia, especialmente si se vive en una región de clima húmedo. Motivar a que los estudiantes proporcionen ideas sobre cuánta más agua se puede coleccionar para que se utilizada durante el año (ej., utilizar cisternas subterráneas de gran capacidad).

NOTAS & CONSEJOS ÚTILES:

- En esta actividad asumimos que toda el agua sobre el techo puede ser colectada. En realidad parte de ella puede evaporarse, fugarse por algunos puntos de salida, o tanques en el techo.
- Si el techo de la escuela está inclinado y sin cobertizo, la cantidad de agua colectada puede ser similar a la que cae en el piso. Si el techo cuenta con grandes salientes, entonces la cantidad de agua colectada puede ser significativamente mayor.
- Los estudiantes pueden diseñar sistemas de colección, almacenamiento y distribución de agua para su escuela. Deberán de considerar las posibilidades de utilizar fuerza proveniente de bombas o gravedad para hacer posible la distribución del agua.
- Los Estudiantes pueden calcular también el ahorro potencial en el pago del consumo de agua para la escuela si el agua de lluvia puede ser utilizada para el regado de los jardines.
- Si la escuela adquiriera tanques para el almacenamiento de agua de lluvia, asegurarse de que estos cuenten con las cubiertas necesarias para evitar la reproducción de mosquitos en el agua estancada. Se podría pedir a los estudiantes que investigaran o discutieran acerca de los temas relacionados con los mosquitos como vector de enfermedades.
- Si se tiene acceso a equipos que midan la calidad del agua, los alumnos podrían hacer un muestreo y determinar la calidad del agua tanto del techo, como de estacionamientos. Asegurar que los estudiantes usen ropa adecuada que los proteja mientras se llevan a cabo la colecta y la determinación de la calidad del agua.

► Alineación con los Estándares

HABILIDADES UTILIZADAS O DESARROLLADAS:

- comunicación (toma de notas, oral, y escrita)
- computación
- lectura de gráficos
- diseño tecnológico
- comprensión (escuchar, y leer)
- pensamiento crítico y de respuesta
- observación
- conversión de unidades

PRINCIPIOS DE EDUCACIÓN EN CIENCIA NACIONAL:

Unificando Conceptos y Procesando Prototipos

- Cambio, constancia y medición

La Ciencia como Prototipo de Búsqueda

- Habilidades necesarias para para plantear preguntas científicas

Prototipo de Ciencias de la Vida

- Interdependencia de organismos

Estándares de Ciencia y Tecnología

- Habilidades para el diseño técnico
- Entendimiento sobre ciencia y tecnología

La Ciencia en Perspectivas Personales y Sociales

- Salud personal y pública
- Crecimiento Poblacional
- Recursos Naturales
- Calidad del ambiente
- Amenazas naturales e inducidas por el hombre
- La ciencia y la tecnología en retos locales, nacionales y globales



► Llevando a cabo la práctica

Parte 1

Paso 2: Responde las siguientes preguntas:

a) Observa la gráfica titulada “Capas impermeables para varios usos de suelo” de la página A458. ¿Qué porcentaje de suelo está cubierto en la superficie común de un complejo industrial?

Aproximadamente el 24%

b) Enlista tres ejemplos de los problemas causados por superficies impermeables.

Los estudiantes pueden tener alguno de los siguientes tres ejemplos. Si el estudiante menciona otro que no se encuentre aquí, revisar la precisión del ejemplo.

- Pueden coleccionar partículas de materia, óxidos de nitrógeno del escape de los automóviles, caucho, metales de los frenos y materiales de construcción, fosfatos que provienen de los fertilizantes contaminación bacteriana, anticongelante, productos derivados del petróleo, arseniato cromado de cobre, cresol, pentaclorofenol de productos de madera; el asfalto contiene hidrocarburos aromáticos policíclicos.
- El agua se mueve rápidamente, causa erosión y no puede ser absorbida por el suelo cuando está cubierto por materiales impermeables.
- Causa turbidez y fertilización excesiva en lagos y arroyos, lo que puede causar la colonización del agua por algas.
- Encharcamiento de caminos, sobrepasar la capacidad de los sistemas de alcantarillado.
- Comportarse como “isla de calor urbano.”

c) Da tres ejemplos de cómo superficies pavimentadas de gran extensión pueden afectar de manera adversa la salud humana. Los estudiantes pueden proporcionar alguno de los siguientes tres ejemplos. Si el estudiante menciona otro que no se encuentre aquí, revisar la precisión del ejemplo.

- Químicos y tóxicos carcinogénicos pueden penetrar en los abastecimientos de agua potable, lagos y arroyos, en los que las personas pescan o nadan.
- Si se bloquea la Infiltración en el agua subterránea puede reducir de forma significativa los niveles de agua potable almacenada en los sistemas de abastecimiento en algunas áreas.
- Las bacterias de la materia fecal o el desbordamiento de los sistemas de alcantarillado pueden causar enfermedades.
- El incremento de calor puede causar insolación o choque térmico en las personas, especialmente en adultos mayores.
- El encharcamiento puede causar inundaciones mayores o accidentes automovilísticos.

d) Brindar ejemplos en los cuales las pavimentaciones con materiales porosos o los jardines en el techo pueden ayudar a resolver esos problemas. Una respuesta podría enlistar todos los ejemplos que se enlistan a continuación. Asignar la calificación de acuerdo a la integración de los conceptos en la respuesta.

- Las superficies porosas pueden incrementar la fuerza motriz y la visibilidad en el camino.
- Algunos contaminantes pueden ser fragmentados en sustancias menos dañinas, esto mediado por los microbios que se encuentran justo debajo de las superficies pavimentadas o en el material de lo que están constituidos los jardines de techo.
- Los pavimentos porosos y los jardines de techo disminuyen la velocidad del agua.
- Los jardines en el techo pueden disminuir la temperatura del techo.



Parte 2

Paso 3: Cada estudiante deberá tener la hoja con todos los datos del agua y el área del edificio que midieron calculada. Buscar otros datos en sus notas/descripciones (ej. ¿podrías decir con exactitud qué pared fue la que midieron?) Puedes checar la precisión de los cálculos del área y usar unidades, y que ellos muestren cada uno de los pasos de esos cálculos realizados.

Paso 4: Llenar la Tabla de Conversión del Agua para calcular el volumen del agua, en metros cúbicos y galones, que puede ser colectada del techo durante dos lluvias diferentes. A menos que tu maestro indique lo contrario asume que el techo del techo es plano. Escribe tus cálculos en dos hojas de papel por separado y claramente muestra las cancelaciones de unidades. Las conversiones necesarias se enlistan abajo.

- Volumen = el número de unidades cúbicas que se requieren para llenar un espacio tridimensional
- 1 metro cúbico = 264.2 galones [unidad líquida en los Estados Unidos]
- 1 centímetro = 0.01 metros = 0.39 pulgadas

Los cálculos de volumen serán específicos para tu escuela cálculos simples se muestran abajo. Cuando los estudiantes realicen la conversión de unidades deben siempre mostrar los pasos de sus cálculos, cancelación de unidades y las unidades finales. Esto desarrollará habilidades positivas para conversiones de unidades más complejas que se pueden utilizar en clases de química y física, además que los ayudarán a entender procesos matemáticos.

Tabla de Conversión de Unidades para el agua

	Lluvia 1"	Lluvia 2.7"
Convertir pulgadas a centímetros (cm)	$1 \text{ in} \times 1 \text{ cm}/0.39 \text{ in} = 2.6 \text{ cm}$	$2.7 \text{ in} \times 1 \text{ cm}/0.39 \text{ in} = 2.6 \text{ cm} \times 2.7 = 7.0 \text{ cm}$
Convertir centímetros a metros (m)	$2.6 \text{ cm} \times 0.01 \text{ m}/1 \text{ cm} = 0.026 \text{ m}$	$7.0 \text{ cm} \times 0.01 \text{ m}/1 \text{ cm} = 0.07 \text{ m}$
Volumen de lluvia en el techo (m ³)	Área (asumiendo que el edificio escolar es rectangular) = $30 \text{ m} \times 45 \text{ m} = 1,350 \text{ m}^2$ Volumen = área x altura = $1,350 \text{ m}^2 \times 0.026 \text{ m} = 35.1 \text{ m}^3$	Usando la misma área. Volumen = $1,350 \text{ m}^2 \times 0.07 \text{ m} = 94.5 \text{ m}^3$
Volumen de lluvia en galones	$35.1 \text{ m}^3 \times 264.2 \text{ galones}/1 \text{ m}^3 = 9,273 \text{ galones}$	$94.5 \text{ m}^3 \times 264.2 \text{ galones}/1 \text{ m}^3 = 24,967 \text{ galones}$

Paso 5: Si en promedio el contenedor puede colectar 55 galones, ¿cuántos contenedores serán necesarios para colectar el agua proveniente de la lluvia 1"? Muestra tus cálculos ya sea abajo o en una hoja de papel por separado.

$$\frac{9,273 \text{ galones}}{55 \text{ galones}/\text{contenedor}} = 168.6 \text{ contenedor} \approx 169 \text{ contenedor}$$

► Autores, Revisores y Traductor

Autores: Stefani Hines, Universidad de Nuevo México

Revisores: Susan Booker, Liam O'Fallon, Dean Hines, Lisa Pitman, Wendy Stephan, Kimberly Thigpen Tart, and Banalata Sen

Traductor: Gloria Cristina Enriquez Cortina, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Mexico



Parte 2

Paso 3: Forma equipos, siguiendo las instrucciones del maestro. Cada equipo deberá tener al menos una cinta métrica con unidades en metros. Cada miembro del equipo debe tener un lápiz, una calculadora y la hoja de conversiones de volumen para el agua, que se muestra debajo. Tu equipo medirá los perímetros del edificio asignado. Abajo encontrarás algunos consejos que te pueden ayudar.

- Recuerda realizar tus mediciones en metros. Será mucho más fácil calcular el área y el volumen utilizando metros en vez de pies o pulgadas.
- Perímetro = la suma de longitudes de todos los lados.
- Área = el número de unidades cuadradas necesarias para llenar una superficie (dos dimensiones).
- Si el edificio de tu escuela no es cuadrado o tiene muros angulares, quizá sea de ayuda dibujar el edificio, dividir el área del edificio en cuadrados, rectángulos, triángulos, círculos u otras formas. Esto te ayudará a calcular el área.

Riegue hoja de datos

Lado del edificio	Notas/Descripciones (ej., este, frente, pared de la cafetería)	Longitud en Metros
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
Área Muestra tus cálculos con unidades (adjunta páginas adicionales según sea necesario)..		



Paso 4: Llena la tabla de conversiones para el volumen del agua que se muestra abajo calculado en metros cúbicos o galones que pueden ser colectados del techo de dos lluvias diferentes. A menos que tu maestro te de otras instrucciones, asume que el techo de tu escuela es plano. Muestra tus cálculos por separado y muestra claramente la cancelación de unidades. La conversión de unidades se enlistan debajo.

- Volumen = el número de unidades cúbicas necesarias para llenar un espacio tridimensional.
- 1 metro cúbico = 264.2 galones [Unidad líquida en los Estados Unidos]
- 1 centímetro = 0.01 metro = 0.39 pulgada

Tabla de Conversión de unidades para el agua

	Lluvia 1"	Lluvia 2.7"
Convertir pulgadas a centímetros (cm)		
Convertir cm a metros (m)		
Volumen de lluvia del techo (m ³)		
Volumen de lluvia en galones		

Paso 5: Si en promedio el contenedor puede coleccionar 55 galones, ¿cuántos contenedores serán necesarios para coleccionar el agua proveniente de la lluvia 1"? Muestra tus cálculos ya sea abajo o en una hoja de papel por separado.

